

УДК 537.8Ж617.96  
ББК 22.336.22:22.161.6я73  
Д13

**Давидович, М. В.**

Д13 Итерационные методы решения задач электродинамики / М. В. Давидович. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. – 240 с. : ил.  
ISBN 978-5-292-04268-6

Рассмотрены итерационные методы решения задач прикладной электродинамики. Используются объемные, поверхностные и объемно-поверхностные интегральные и интегродифференциальные уравнения электродинамики на основе функций Грина. Предложены новые формы таких уравнений, сформулированы задачи в операторной форме или в форме функционалов для задач о собственных значениях, получена формулировка задач с одновременным использованием операторов и функционалов, применены итерационные алгоритмы: метод прямой итерации, метод минимальных невязок, методы спуска. Исследованы открытые и экранированные структуры с диссипацией: открытые диэлектрические волноводы и резонаторы, фотонные кристаллы и фотонно-кристаллические волноводы.

Для специалистов в области прикладной электродинамики и математической физики, а также студентов и аспирантов, обучающихся по направлению «Радиофизика».

Табл. 4. Ил. 52. Библиогр. : 209 назв.

Рецензенты:

доктор технических наук *В. П. Мецанов*  
доктор физико-математических наук, профессор *В. В. Комаров*

*Работа издана по тематическому плану 2014 года  
(утвержден на Ученом совете Саратовского государственного университета,  
протокол № 4 от 18. 02. 2014 г.)*

УДК 537.8Ж617.96  
ББК 22.336.22:22.161.6я73

**ISBN 978-5-292-04268-6**

© Давидович М. В., 2014  
© Саратовский государственный университет, 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	6
<b>Глава 1. Интегральные уравнения и итерационные методы для диэлектрических и фотонно-кристаллических структур .....</b>	<b>14</b>
1.1. Описание диэлектрических структур гиперсингулярными интегральными уравнениями .....	14
1.2. Интегральные и интегродифференциальные уравнения с понижением особенности на основе векторных интегральных теорем .....	18
1.3. Сингулярные интегральные уравнения на основе выделения особенности ..	22
1.4. Интегральные и интегродифференциальные уравнения диэлектрических резонаторов .....	23
1.4.1. Введение .....	23
1.4.2. Цилиндрический диэлектрический резонатор .....	24
1.4.3. Понижение особенности методом непосредственного интегрирования .....	26
1.4.4. Поля в дальней зоне .....	29
1.5. Интегральные уравнения для диэлектрических волноводных структур .....	30
1.6. Интегральные уравнения для фотонных кристаллов .....	31
1.6.1. Введение .....	31
1.6.2. Функция Грина и интегральные уравнения .....	32
1.7. Выводы .....	35
<b>Глава 2. Итерационные методы решения интегродифференциальных уравнений электродинамики .....</b>	<b>36</b>
2.1. Итерационные решения для действительной функции действительного аргумента .....	36
2.1.1. Метод простой итерации .....	36
2.1.2. Метод минимальных невязок .....	37
2.1.3. Многопараметрические и многошаговые методы минимальных невязок .....	40
2.1.4. Методы спуска .....	41
2.1.5. Исследование сходимости .....	43
2.2. Итерации для комплексной функции комплексного аргумента .....	46
2.3. Системы нелинейных уравнений .....	49
2.4. Операторные уравнения .....	53
2.4.1. Задача на собственные значения линейного оператора .....	55
2.4.2. Неоднородная задача для линейного оператора .....	59
2.5. Выводы .....	64

<b>Глава 3. Электродинамические параметры диэлектрических резонаторов и волноводов на основе итерационных решений</b> .....	65
3.1. Цилиндрический диэлектрический резонатор – итерационное решение интегрального уравнения .....	66
3.2. Моды прямоугольного диэлектрического резонатора .....	74
3.2.1. Введение .....	74
3.2.2. Объемные и объемно-поверхностные интегральные и интегродифференциальные уравнения .....	76
3.2.3. Уравнения для прямоугольного диэлектрического резонатора .....	82
3.2.4. Численные результаты .....	93
3.2.5. Выводы .....	95
3.3. Моды многослойного концентрического сферического резонатора .....	96
3.3.1. Введение .....	97
3.3.2. Модель многослойного концентрического сферического резонатора .....	98
3.3.3. Однородный концентрический сферический резонатор .....	99
3.3.4. Характеристическое уравнение многослойного концентрического сферического резонатора .....	104
3.3.5. Стационарное возбуждение концентрического сферического резонатора радиальным диполем .....	108
3.3.6. Выводы .....	109
3.4. Моды прямоугольного и многослойных планарных диэлектрических волноводов .....	110
3.4.1. Введение .....	110
3.4.2. <i>H</i> -моды однородного прямоугольного диэлектрического волновода .....	111
3.4.3. <i>LM</i> -моды многослойного прямоугольного диэлектрического волновода .....	122
3.4.4. Численные результаты для <i>LM</i> -моды .....	125
3.5. Диэлектрические волноводы с полупроводниковыми слоями .....	127
3.6. Итерационный анализ дисперсии и потерь в плоскопараллельном волноводе с импедансными стенками .....	137
3.6.1. Введение .....	137
3.6.2. Постановка задачи .....	138
3.6.3. Численные результаты .....	144
3.6.4. Выводы .....	150
3.7. Нелинейное туннелирование электромагнитной волны через слой с кубической нелинейностью и насыщением диэлектрической проницаемости .....	151
3.7.1. Введение .....	151
3.7.2. Постановка задачи, дифференциальные и интегральные уравнения .....	153
3.7.3. Численные результаты .....	164
3.7.4. Выводы .....	171
3.8. Выводы .....	172
<b>Глава 4. Моделирование и гомогенизация фотонно-кристаллических структур</b> .....	174
4.1. Введение .....	174
4.2. Дисперсионные уравнения периодических фотонных кристаллов с магнитодиэлектрическими и металлическими включениями .....	175

---

4.3. Гомогенизация и решение обратных задач для фотонно-кристаллических структур .....	179
4.4. Фильтрующие структуры на основе квазипериодических фотонных кристаллов .....	186
4.5. Фотонно-кристаллические волноводы .....	189
4.5.1. Введение .....	189
4.5.2. Интегральные уравнения 2-D фотонного кристалла .....	191
4.5.3. Дисперсионные уравнения бесконечного 2-D фотонного кристалла ...	197
4.5.4. Интегральные уравнения неограниченного фотонно- кристаллического волновода .....	199
4.5.5. Интегральное уравнение ограниченного фотонно-кристаллического волновода .....	201
4.5.6. Численные результаты .....	206
4.6. Электрофизические свойства металлических фотонных кристаллов .....	207
4.6.1. Введение .....	207
4.6.2. Постановка задачи .....	208
4.6.3. Одноосные и двухосные металлические фотонные кристаллы с неконтактирующими проволочками .....	214
4.6.4. Численные результаты .....	218
4.7. Выводы .....	221
Заключение .....	224
<i>Библиографический список</i> .....	227
Список сокращений и основных обозначений .....	238